

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ И ВЕЩЕСТВЕННОМ СОСТАВЕ НАНО- И МИКРОЧАСТИЦ В СНЕГЕ АРКТИКИ

канд. геол.-минерал. наук Н.В.ГОРЮНОВА,

канд. геол.-минерал. наук В.П.ШЕВЧЕНКО

Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, Москва, e-mail: goryunova@inbox.ru, vshevch@ocean.ru

*Изучение рассеянного осадочного вещества в Арктике необходимо для лучшего понимания процессов современного осадконакопления и для экологической оценки акватории, оказывающей огромное влияние на природную среду Земли. Данная работа представляет собой исследование нано- и микрочастиц в снеге на дрейфующем льду в удаленных и труднодоступных районах Северного Ледовитого океана и в заливе Ис-фьорд (арх. Шпицберген). Пробы снега отбирались по единой методике в различные сезоны года (в том числе в условиях полярной ночи). В работе определены источники поступления нано- и микрочастиц, дана оценка степени атмосферного загрязнения и роли эолового переноса в формировании природной среды рассматриваемых районов Арктики*

*Ключевые слова:* Арктика, рассеянное осадочное вещество, снег.

### ВВЕДЕНИЕ

Нано- и микрочастицы в рассеянной форме содержатся во всех природных геосферах Земли: атмосфере, криосфере, гидро- и биосфере, седиментосфере и в глубинных сферах Земли [Лисицын, 2010]. В рассеянном веществе преобладают тонкие частицы, что предопределяет их подвижность, значительную площадь поверхности, сорбционные и другие свойства и в значительной мере также вещественный состав, дальность распространения в разных средах и возможность «пересадочного распространения» при обычном в природе переходе частиц из одной геосферы в другую [Lisitzin, 2002]. Рассеянное осадочное вещество своим качественным и количественным составом отражает все стороны осадочного процесса [Лисицын, 1978, 2010].

Изучение рассеянного осадочного вещества в различных средах Арктики необходимо для понимания процессов современного осадконакопления, а также для оценки экологического состояния Северного Ледовитого океана, оказывающего огромное влияние на природную среду Земли [Darby et al., 1974; Nürnberg et al., 1994; Лисицын, 1994; 2001, 2010; Шевченко и др., 2000, 2002; Виноградова, Пономарева, 2001; Shevchenko et al., 2003; Виноградова, Шевченко, 2005; Dethleff, Kuhlmann, 2010].

В данной работе представлены результаты исследования нано- и микрочастиц в снеге на дрейфующем льду в удаленных и труднодоступных районах Северного Ледовитого океана, в заливах Белого моря и в заливе Ис-фьорд (арх. Шпицберген): приводятся данные о концентрации нано- и микрочастиц в снеге различных районов Арктики и субарктики, для наиболее загрязненных районов приведен расчет потоков частиц из атмосферы на поверхность, также исследован минеральный и состав нано- и микрочастиц, их распределение по крупности, определены источники поступления и

дана оценка степени атмосферного загрязнения и роли эолового переноса в формировании природной среды рассматриваемых районов Арктики.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Пробы снега были отобраны по единой методике [Шевченко и др., 2002, 2007, 2010; Шевченко, 2006; Горюнова, Шевченко, 2006; Горюнова, 2010] в различные сезоны года (в том числе в условиях полярной ночи): на удалении 150–550 м от судна или 150–200 м от вертолета или снегохода, с наветренной стороны в пластмассовые емкости с соблюдением всех мер предотвращения попадания загрязнения в пробы. Далее пробы были растоплены при комнатной температуре, и полученную воду фильтровали через предварительно взвешенные мембранные ядерные фильтры диаметром 47 мм, диаметр пор 0,45 мкм, что позволило сделать количественную оценку нано- и микрочастиц в отобранных пробах снега. Анализ вещества на фильтрах выполняли в аналитической лаборатории и лаборатории физико-геологических исследований Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН методами оптической микроскопии и сканирующей электронной микроскопии на микроскопе JSM-U3 (Jeol, Japan).

Для точек начала и конца отбора каждой пробы снега с помощью модели HYSPLIT, доступной на вебсайте Лаборатории воздушных ресурсов НОАА США (NOAA Air Resources Laboratory – <http://www.arl.noaa.gov/ready.html>) были рассчитаны и построены обратные траектории переноса воздушных масс в точку отбора пробы [Draxler, Rolf, 2003]. Траектории рассчитывались для следующих высот: приводный слой атмосферы (20 м), а также 100 м, 500 м и 1000 м, максимальный период расчета траекторий составлял 10 дней.

Места отбора проб, маршруты экспедиций, районы исследований показаны на рис. 1, также на рисунке отмечены основные направления дрейфа льдов, захваченного и транспортируемого льдами осадочного материала Арктике и основной центр разгрузки и осаждения вещества (пролив Фрама).



Рис. 1. Карта отбора проб снега на различных полигонах в Арктике (2004–2009 гг.) и направления дрейфа льдов и захваченных льдами (и снегом) нано- и микрочастиц:

1 – отбор снега с л/к «Капитан Драницын» (2006, 2008 гг.), 17-й рейс НЭС «Академик Федоров» (2000 г., околополюсный район); 2 – российские дрейфующие станции СП-32, 33, 34, 35, 36 (2003–2009 гг.), экспедиция ПАЛЭКС (2007, 2009 гг.); 3 – юго-восточная часть моря Бофорта (2008 г.); 4 – залив Ис-фьорд (2008, 2009 гг., арх. Шпицберген); 5 – Белое море. Стрелками показаны траектории главных ледовых потоков [Лисицын, 2010].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание нано- и микрочастиц в снеге на дрейфующем льде околополюсного района Арктики на изучаемых полигонах составляло в среднем 1 мг/л, в Центральной Арктике не превышало 1,8 мг/л, в канадском секторе (юго-восточная часть моря Бофорта) варьировало от 0,3 до 14,3 мг/л, в море Лаптевых – от 0,4 до 1,07 мг/л, в Восточно-Сибирском море – от 0,1 до 0,2 мг/л. Снежный покров, сформировавшийся в заливах Белого моря в окрестностях жилых центров, отличался повышенным содержанием нерастворимых частиц – до 82 мг/л, но концентрации в свежевывавшем снеге невысокие – среднее значение составило 1,7 мг/л для 156 определений.

Содержание нано- и микрочастиц в снеге на побережье залива Ис-фьорд, Шпицберген, – от 0,8 до 2,7 мг/л, для окрестностей жилых центров (Лонгйир и Баренцбург) на Шпицбергене – от 8,6 до 158,5 мг/л (средние значения для 58 определений). Средние величины концентраций твердых частиц в различных районах Арктики показаны в табл. 1.

Таблица 1

**Качественная и количественная оценка проб осадочного материала (нано- и микрочастицы) в снеге на различных полигонах в Арктике, отобранных в различные периоды (2004–2009 гг.)**

Полигон	Период отбора проб	Содержание твердых частиц, мг/л (min–max) среднее	Количество определений	Доля различных частиц, %			
				Биогенные	Литогенные	Антропогенные	
Околополюсный район	Сентябрь–май 2004–2007 гг.	<u>0,12–1,8</u> 0,8	53	15	75	10	
Канадский сектор (ю-в часть моря Бофорта)	«Чистые» пробы	Декабрь–январь 2007–2008 гг.	<u>0,5–2,3</u> 1,1	17	15	80	5
	«Относительно загрязненные» пробы		<u>3,4–14,3</u> 6,6	16	10	85	5
Моря Лаптевых и Восточно-Сибирское	Сентябрь–октябрь 2006, 2008 гг.	<u>0,04–1,07</u> 0,48	7	70	20	10	
Шпицберген	«Относительно загрязненные» пробы	Апрель 2009 г.	<u>0,3–6,6</u> 2,25	16	10	60	30
	«Грязный» снег	Февраль–апрель 2008 г., Апрель 2009 г.	<u>8,6–158,5</u> 35,3	42	10	20	70
Белое море	«Относительно загрязненные» пробы	Март–апрель 2004 г. Февраль 2006 г. Март 2007 г. Январь 2008 г.	<u>0,04–5,5</u> 1,7	156	23	7	70
	«Грязный» снег	Февраль 2006 г.	<u>0,5–82,0</u> 15,1	40	10	28	62

Полученные нами величины концентраций нано- и микрочастиц в снеге на рассматриваемых полигонах в Арктике хорошо сопоставимы с ранее опубликованными данными: для районов Исландии и Финляндии, Печорской губы и Енисейского залива, где концентрации частиц составляют от 0,53 до 1,65 мг/л [Caritat et al., 2005], и 2,74 мг/л в среднем на дрейфующем льде в проливе Фрама [Шевченко и др., 2002]. В свежеснеговом осеннем снеге Арктики (пролив Франц-Виктория) среднее содержание эоловой взвеси оказалось равным 2,19 мг/л [Лисицын, 2001], что в два раза превышает полученное нами среднее значение для Центральной Арктики.

По величинам концентрации нано- и микрочастиц в снеге рассматриваемых полигонов в Арктике пробы могут быть разделены на три группы:

- типичные для свежеснегового снега в Арктике («чистые» пробы);
- со следами значимого атмосферного заноса вещества («относительно загрязненные» пробы);
- пробы с достаточно высокими для Арктики концентрациями вещества («грязный» снег).

Для проб «чистого снега» пороговая концентрация нано- и микрочастиц на фильтрах – 2,3 мг/л. По данным сканирующей электронной и оптической микроскопий твердых частиц для проб «чистого снега» в околополюсном районе Арктики, в морях Восточно-Сибирском и Лаптевых, некоторых проб в юго-восточной части моря Бофорта (канадский сектор Арктики) и для некоторых проб с побережья залива Ис-фьорд осадочное вещество представлено биогенными, литогенными и антропогенными частицами в среднем соотношении 33:59:8 соответственно. Для каждого изучаемого района соотношение биогенной, литогенной и антропогенной составляющих твердого вещества дано в табл. 1. Основная часть материала на фильтрах имеет пелитовую (менее 10 мкм) размерность. Минеральные зерна имеют различный размер и форму. Размер некоторых частиц биогенного происхождения достигал 100 мкм [Горюнова, Шевченко, 2008; Goryunova et al., 2008].

Основным источником минеральных частиц, поступающих в Арктику в зимний период, когда арктические и субарктические территории покрыты снегом и льдом, являются почвы суши умеренной, гумидной и аридной зон. Перенос вещества на высотах менее 1000 м осуществляется из близлежащих арктических районов (по данным анализа обратных траекторий переноса воздушных масс в точку отбора пробы), что обуславливает невысокую, характерную для фоновых районов Арктики, концентрацию вещества, не превышающую 1 мг/л [Шевченко, 2006].

В пробах снега из данной группы единично встречаются диатомовые водоросли, поступившие в пробу вследствие локального переноса мелких частиц с поверхности открытой воды.

Для некоторых проб (рис. 2а) характерно присутствие антропогенных частиц – сфер сгорания (размером от 1 до 5 мкм), что говорит о локальном загрязнении пробы и о возможности переноса данных частиц из алеутских поселков на севере Канады (Инувик), российских поселков и городов (например, Тикси, Норильска и других).

В группе, объединяющей «относительно загрязненные» пробы снега, концентрация нано- и микрочастиц в растопленных пробах снега не превышает 14,3 мг/л. Данная пороговая концентрация нерастворимых частиц получена нами в снеге, отобранном 04.01.2008 г. в юго-восточной части моря Бофорта. Среднее соотношение биогенной, литогенной и антропогенной составляющих – 10:72:18 соответственно

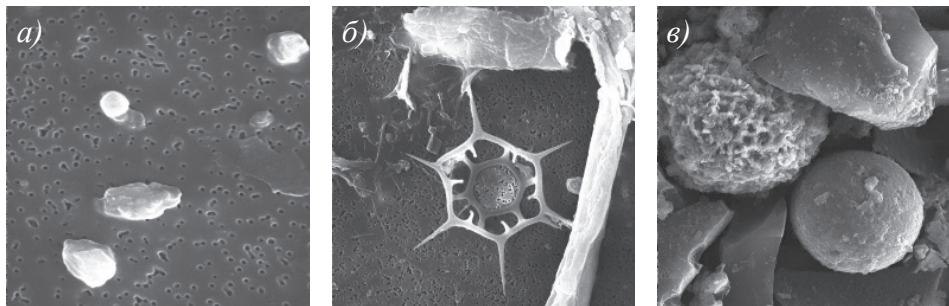


Рис. 2. Типичные нерастворимые частицы в пробах, отобранных в различных секторах Арктики (сторона квадрата фотографий – 50 мкм):

*а* – сфера сгорания и минеральные частицы в снеге околорельефного района, отобранные в экспедиции ПАЛЭКС в 2007 г.; *б* – биогенные частицы в снеге канадского сектора Арктики, отобранные в 2007–2008 гг. (полярная ночь); *в* – антропогенные частицы в снегу у источника локального загрязнения у пос. Баренцбург, 2008 г.

(табл. 1). Нерастворимые частицы в снегу имеют пелитово-алевритовый состав, где соотношение фракций – 20:80. Пелитовые частицы представлены скоплениями глинистых агрегатов, обломочными минералами и биогенными остатками в соотношении 20:75:5 (по данным оптической и электронной сканирующей микроскопии). Частицы алевритовой размерности состоят в основном из кварца и плагиоклазов. Биогенные частицы представлены крупными (более 25 мкм) остатками детрита, пылью и спорами растений (рис. 2*б*). В некоторых пробах данной группы кварц составляет 25 % от всего объема минеральных частиц, слюда же составляет 51 %. Таким образом, осадочное вещество поступило в данный район в результате выветривания древних метаморфических пород и регионального переноса его с воздушными массами, что подтверждено обратными траекториями переноса воздушных масс в точки отбора проб. Кроме того, для второй группы проб характерен перенос воздушных масс в точки отбора проб со стороны Аляски, крупных промышленных центров Севера России.

Построенные обратные траектории переноса воздушных масс в точку отбора пробы также подтверждают возможное загрязнение пробы веществом, принесенным из крупных промышленных центров Севера России.

К группе проб «грязного снега» относятся пробы, в которых хорошо различим атмосферный занос материала от источника антропогенного загрязнения и доля антропогенных частиц составляет 70 %. К таким районам относятся окрестности Баренцбурга и Лонгйира (арх. Шпицберген), также некоторые пробы, отобранные в зимний сезон 2007/08 г. в юго-восточной части моря Бофорта, например проба, отобранная 4.01.2008 г., где концентрации нано- и микрочастиц в снегу составляли 14,3 мг/л.

Выпадение очень большого количества пыли, окрашивающей атмосферные осадки в фоновых районах умеренной, субполярной и полярной зон Северного полушария в яркие цвета, наблюдается редко [Шевченко и др., 2010]. В ряде районов Архангельской области, Республики Коми и Ненецкого автономного округа 25–26 марта 2008 г. наблюдалось выпадение атмосферных осадков в виде мокрого снега и дождя, образовавших на снежном покрове ледяную корку, имеющую цвет от песочного до желто-оранжевого. По результатам анализов выявлено, что вещество, окрасившее снег, было принесено из полупустынных и степных районов Северо-Западного Ка-

захстана, Волгоградской и Астраханской областей, Калмыкии, поверхностный слой почвы которых был поднят в воздух сильным ветром во время мощного циклона.

Содержание минеральных частиц составляет около 70–80 % от общего числа обнаруженных частиц. Около 10 % составляют споры растений, антропогенные частицы (сферы сгорания и летучий пепел) составляют в среднем 5–7 % от вещества проб. При приближении к крупным городам и поселкам концентрация взвеси в снеге возрастала до 10,1 мг/л, и сажа в отопительный сезон становилась основным компонентом взвеси, т.е. характерно усиление влияния антропогенного аэрозоля.

Для снежных проб Белого моря отличительной особенностью является повышенное содержание нерастворимых частиц терригенного и биогенного происхождения, что является доказательством интенсивности ветрового воздействия (перевивания), преобладанием локального переноса над дальним и долгий период снегозалегания. Максимально наблюдаемые значения были отмечены 16.10.2005 – концентрации нерастворимых частиц достигали 82,6 мг/л. Антропогенная составляющая в этих пробах преобладала и составляла 68 %.

Высокие концентрации (более 8,6 мг/л) нерастворимых частиц в снеге на побережье залива Ис-фьорд (арх. Шпицберген) связаны с тем, что в данном районе добывают уголь, при переработке и сжигании которого происходит выделение в атмосферу угольной пыли и продуктов сгорания (рис. 2в). Полученные нами значения концентраций нано- и микрочастиц в снеге в рассматриваемом районе сопоставимы со значениями для других импактных районов Арктики [Шевченко, 2006; Caritat et al., 2005]. Максимальная концентрация нерастворимого вещества в снеге здесь – 158,5 мг/л (на метеоплощадке пос. Баренцбург) была выявлена 16.03.08, что связано с неисправностью работы местной ТЭЦ. Максимальный поток вещества на поверхность, равный  $61 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$ , наблюдался в 2009 г. в районе метеоплощадки пос. Баренцбург. Поток вещества на поверхность около пос. Лонгйир равен  $36 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$ .

Полученные величины потоков нано- и микрочастиц из атмосферы и концентрации химических элементов в снеге на рассматриваемых территориях в окрестностях пос. Лонгйир и Баренцбург сравнимы с потоками в аридных областях суши, которые продолжаются в океаны в виде двух аридных глобальных поясов (Северного и Южного) [Лисицын, 1978], где значения потоков достигают  $27,4 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$  и в десять раз превышают вертикальный поток природного аэрозольного вещества из атмосферы на поверхность дрейфующих льдов Арктики, равный  $1,71 \text{ мг}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{сут}^{-1}$  [Шевченко, 2006].

При изучении вещественного состава проб снега методом электронной сканирующей микроскопии видно различие в составе проб снега: при приближении к поселкам и шахтам увеличивается содержание антропогенных частиц (сфер сгорания, сажи и летучего пепла). В пробах, отобранных в окрестностях пос. Лонгйир, преобладает литогенное вещество (табл. 1). Вещественный состав снежных проб, отобранных в окрестностях пос. Баренцбург, отличается большим содержанием антропогенных частиц и небольшим содержанием литогенных.

#### ВЫВОДЫ

1. Еще раз подтвержден ранее сделанный вывод [Лисицын, 2001, 2010; Шевченко, 2006; Горюнова, 2010] о том, что Арктика – это фоновый регион смешения аэрозолей различного происхождения и состава и решающим фактором переноса вещества в Центральную Арктику является дальний перенос.

2. Сезонность оказывает значительное влияние на изменения в составе осадочного вещества снега Центральной Арктики. В зимний сезон основным источником нано- и микрочастиц в снеге является дальний и сверхдальний (более 1 тыс. км) перенос для антропогенной и литогенной компонент (до 90 % от всего материала). В летний период биогенные частицы составляют большую часть материала пробы (морские диатомовые водоросли и принесенные с суши споры и пыльца). Антропогенные частицы (дифференцируются нами в зависимости от размера) могут поступать от локального источника или вследствие дальнего и сверхдальнего переноса.

3. Антропогенное загрязнение в заливе Ис-фьорд, арх. Шпицберген, у жилых центров и работающих шахт имеет локальный характер. Крупные по размеру частицы (25–50 мкм) не переносятся на дальние расстояния и вымываются со снегом из атмосферы, осаждааясь в окрестностях источника.

*Авторы благодарят академика А.П.Лисицына и А.Г.Матуля за ценные советы и замечания, коллег из лаборатории палеоэкологии и биостратиграфии, лаборатории физико-геологических исследований и аналитической лаборатории Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН. Авторы признательны всем, кто помогал отбирать пробы снега в непростых арктических условиях: В.Т.Соколову, А.П.Макинтасу, П.В.Богородскому, С.В.Шутилину, И.А.Мельникову, А.Н.Новигатскому, А.С.Чаркину, Х.Кассенс (H.Kassens), М.Гунте (M.Gupta), Д.Барберу (D. Barber), В.А.Никифорову и Р.Калленборну (R.Kallenborn). Авторы благодарят В.А.Карлова за помощь в выполнении сканирующей электронной микроскопии.*

*Работа выполнена при финансовой поддержке российско-германской лаборатории им. О.Ю.Шмидта (грант OSL-13-14), проектов IPY-CFL, NorthPOP, NABOS, RAICES (ПАЛЭКС), РАН (программа фундаментальных исследований П-16, часть 2), отделения наук о Земле РАН (проект «Наночастицы во внешних и внутренних сферах Земли»). Авторы благодарят сотрудников Лаборатории воздушных ресурсов Американской национальной администрации по исследованию океана (NOAA's ARL) за возможность строить обратные траектории переноса воздушных масс.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Виноградова А.А., Пономарева Т.Я.* Сезонные изменения атмосферных концентраций и выпадений антропогенных примесей в Российской Арктике // Изв. АН. Физика атмосферы и океана. 2001. Т. 37. № 6. С. 761–770.
- Виноградова А.А., Шевченко В.П.* Роль атмосферных аэрозолей в загрязнении Северного Ледовитого океана и его морей // Оптика атмосферы и океана. 2005. Т. 18. № 5–6. С. 387–394.
- Горюнова Н.В.* Поступление и распределение рассеянного осадочного вещества в Арктике на границе «океан–атмосфера»: Дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М., 2010. 172 с.
- Горюнова Н.В., Шевченко В.П.* Исследование аэрозолей и нерастворимых частиц в снежном покрове на дрейфующих льдах западной части Российской Арктики в августе–сентябре 2006 г. // Проблемы Арктики и Антарктики. 2008. № 1(78). С. 112–117.
- Лисицын А.П.* Процессы океанской седиментации. Литология и геохимия. М.: Наука, 1978. 392 с.
- Лисицын А.П.* Ледовая седиментация в Мировом океане. М.: Наука, 1994. 448 с.
- Лисицын А.П.* Нерешенные проблемы океанологии Арктики // Опыт системных океанологических исследований в Арктике / Под ред. А.П.Лисицына, М.Е.Виноградова, Е.А.Романкевича. М.: Научный мир, 2001. С. 31–74.

Лисицын А.П. Новый тип седиментогенеза в Арктике – ледовый морской, новые подходы к исследованию процессов // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 1. С. 18–60.

Шевченко В.П. Влияние аэрозолей на среду и морское осадконакопление в Арктике. М.: Наука, 2006. 226 с.

Шевченко В.П., Лисицын А.П., Виноградова А.А., Смирнов В.В., Серова В.В., Штайн Р. Аэрозоли Арктики – результаты десятилетних исследований // Оптика атмосферы и океана. 2000. Т. 13. № 6–7. С. 551–576.

Шевченко В.П., Лисицын А.П., Полякова Е.И., Детлеф Д., Серова В.В., Штайн Р. Распределение и состав осадочного материала в снежном покрове дрейфующих льдов Арктики (пролив Фрама) // Доклады Академии наук. 2002. Т. 383. № 3. С. 385–389.

Шевченко В.П., Лисицын А.П., Штайн Р., Горюнова Н.В., Кловиткин А.А., Кравчишина М.Д., Кривен М., Новигатский А.Н., Соколов В.Т., Филиппов А.С., Хаас Х. Распределение и состав нерастворимых частиц в снеге Арктики // Проблемы Арктики и Антарктики. 2007. № 75. С. 106–118.

Шевченко В.П., Коробов В.Б., Лисицын А.П., Алешинская А.С., Богданова О.Ю., Горюнова Н.В., Грищенко И.В., Дара О.М., Завернина Н.Н., Куртеева Е.И., Новичкова Е.А., Покровский О.С., Сапожников Ф.В. Первые данные о составе пыли, окрасившей снег на Европейском севере России в желтый цвет (март 2008 г.) // Доклады Академии наук. 2010. Т. 431. № 5. С. 675–679.

Caritat P. de, Hall G., Gislason S., Belsey W., Braun M., Goloubeva N.I., Olsen H.K., Scheie J.O., Vaive J.E. Chemical composition of arctic snow: concentration levels and regional distribution of major elements // The Science of the Total Environment. 2005. Vol. 336. P. 183–199.

Darby D.A., Burckle L.H., Clark D.L. Airborne dust on the Arctic pack ice: its composition and fallout rate // Earth Planet. Sci. Lett. 1974. Vol. 24. P. 166–172.

Dethleff D., Kuhlmann G. Fram Strait sea-ice sediment provinces based on silt and clay compositions identify Siberian Kara and Laptev seas as main source areas // Polar Research. 2010. Vol. 29. P. 265–282.

Draxler R.R., Rolf G.D. HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory). Silver Spring (MD): NOAA Air Resources Lab., 2003. URL: <http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html> [дата обращения 03.09.2013].

Goryunova N.V., Novigatsky A.N., Shevchenko V.P. Distribution and composition of particulate matter in snow and ice by the data of PAICEX expedition // SCAR/IASC IPY Open science conference "Polar research – Arctic and Antarctic perspectives in the International Polar Year": Abstract Volume (Saint Petersburg, Russia, July 8–11, 2008). 2008. P. 104.

Lisitzin A.P. Sea-ice and Iceberg Sedimentation in the Ocean: Recent and Past. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2002. 563 p.

Nürnberg D., Wollenberg I., Eicken H., Kassens H., Letzig T., Reimnitz E., Thiede J. Sediments in Arctic sea ice – entrainment, transport and release // Marine geology. 1994. Vol. 119. P. 185–214.

Shevchenko V., Lisitzin A., Vinogradova A., Stein R. Heavy metals in aerosols over the seas of the Russian Arctic // The Science of the Total Environment. 2003. Vol. 306. P. 11–25.

N.V.GORYUNOVA, V.P.SHEVCHENKO

## NEW DATA ON SPATIAL DISTRIBUTION AND COMPOSITION OF NANO- AND MICROPARTICLES IN THE ARCTIC SNOW

*Study of nano- and microparticles in the Arctic is very important for understanding the processes of sedimentation. In this work the results of the field studies in the different Arctic regions during 2004–2009 are discussed. Snow samples were collected by a single method in different seasons of the year (including the polar night). More than 100 samples were studied.*

*Keywords:* suspended particulate matter, Arctic, snow.